

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-344366

(43)Date of publication of application : 29.11.2002

(51)Int.Cl.

H04B 7/005

H04L 27/01

H04L 27/38

(21)Application number : 2001-147574

(71)Applicant : HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC

(22)Date of filing : 17.05.2001

(72)Inventor : KAWAHARA NOBUAKI

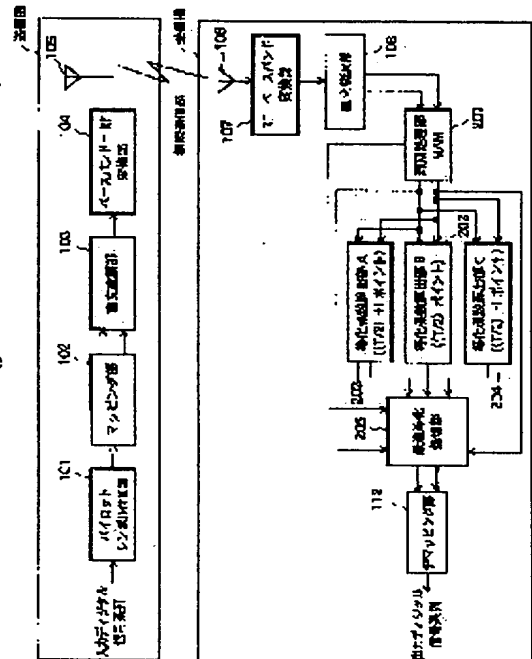
NAITO MASASHI

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR EQUALIZING

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus and a method for equalizing in which a distortion peculiar to a radio equipment is suppressed, the number of oversampling is small, an arithmetic content is small and a characteristic deterioration does not occur.

**SOLUTION:** The apparatus for equalizing equalizes a reception signal in which a known pilot symbol is periodically inserted. The apparatus comprises a synchronous processing unit 201 for detecting a symbol synchronous point by using a pilot symbol included in the reception signal, a plurality of equalization coefficient calculators A202, equalization coefficient calculators B203 and equalization coefficient calculators C204 each for calculating equalization coefficient for symbol synchronous candidates by adopting a symbol synchronous point and points time shifted before and after the symbol synchronous point as symbol synchronous point candidates, and an optimum equalization processing unit 205 for selecting the optimum symbol synchronous point and corresponding optimum equalization coefficient from a plurality of the symbol synchronous point candidates and corresponding equalization coefficients to equalize the reception signal by using the optimum equalization coefficient.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-344366  
(P2002-344366A)

(43) 公開日 平成14年11月29日 (2002. 11. 29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 B 7/005		H 0 4 B 7/005	5 K 0 0 4
H 0 4 L 27/01		H 0 4 L 27/00	G 5 K 0 4 6
27/38			K

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-147574(P2001-147574)

(22) 出願日 平成13年5月17日 (2001. 5. 17)

(71) 出願人 000001122

株式会社日立国際電気  
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 川原 伸章

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(72) 発明者 内藤 昌志

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(74) 代理人 100097250

弁理士 石戸 久子 (外3名)

Fターム (参考) 5K004 AA08 JC00 JH02

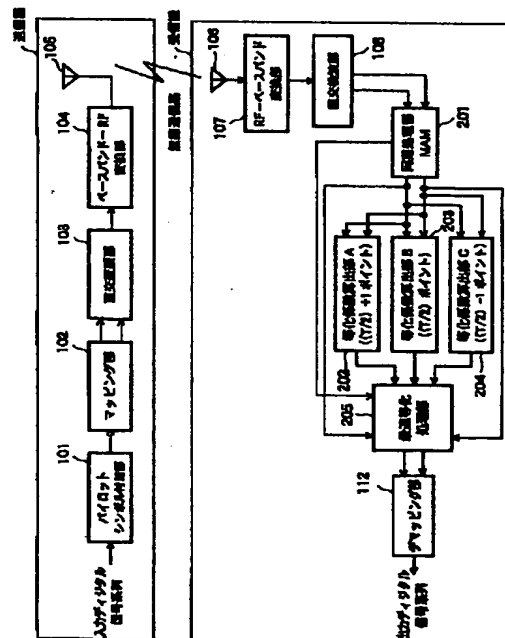
5K046 AA05 EE08 EE15 EE58 EF53

(54) 【発明の名称】 等化装置及び等化方法

(57) 【要約】

【課題】 無線機特有の歪みが抑えられ、オーバーサン  
プル数が小さく、演算量が少なく、特性劣化が生じない  
等化装置及び等化方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 既知のパイロットシンボルが周期的に挿  
入された受信信号を等化する等化装置であって、受信信  
号に含まれるパイロットシンボルを用いてシンボル同期  
点を検出する同期処理部201と、シンボル同期点及び  
シンボル同期点の前後に時間シフトした点をシンボル同  
期点候補とし、シンボル同期点候補のそれぞれに対して  
等化係数の算出を行う複数の等化係数算出部A202及  
び等化係数算出部B203及び等化係数算出部C204  
と、複数のシンボル同期点候補及び対応する等化係数  
の中から、最適なシンボル同期点及び対応する最適な等  
化係数を選択し、受信信号を最適な等化係数を用いて等  
化する最適等化処理部205とを備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 既知のシンボルが周期的に挿入された受信信号を等化する等化装置であって、前記受信信号に含まれる前記既知のシンボルを用いてシンボル同期点を検出する同期手段と、前記シンボル同期点及び該シンボル同期点の前後に時間シフトした点をシンボル同期点候補とし、該シンボル同期点候補のそれぞれに対して等化係数の算出を行う複数の等化係数算出手段と、複数の前記シンボル同期点候補及び対応する前記等化係数の中から、最適なシンボル同期点及び対応する最適な前記等化係数を選択し、前記受信信号を前記最適な等化係数を用いて等化する最適等化手段と、を備えたことを特徴とする等化装置。

【請求項2】 請求項1に記載の等化装置において、前記既知のシンボルはパイロットシンボルであって全てのシンボルのうちの最大振幅であることを特徴とする等化装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の等化装置において、複数の前記等化係数算出手段は、それぞれの前記シンボル同期点候補に対する前記等化係数の算出を並列に行うことを特徴とする等化装置。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の等化装置において、前記最適等化手段は、過去の最適なシンボル同期点を格納し、該過去の最適なシンボル同期点を用いて、複数の前記シンボル同期点候補のうち、前記最適なシンボル同期点を選択することを特徴とする等化装置。

【請求項5】 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の等化装置において、前記最適等化手段は、複数の前記シンボル同期点候補毎に対応する前記等化係数を用いた等化結果を比較し、最適な前記等化結果が得られたシンボル同期点候補を前記最適なシンボル同期点として選択することを特徴とする等化装置。

【請求項6】 既知のシンボルが周期的に挿入された受信信号を等化する等化方法であって、前記受信信号に含まれる前記既知のシンボルを用いてシンボル同期点を検出し、前記シンボル同期点及び該シンボル同期点の前後に時間シフトした点をシンボル同期点候補とし、該シンボル同期点候補のそれぞれに対して等化係数の算出を行い、複数の前記シンボル同期点候補及び対応する前記等化係数の中から、最適なシンボル同期点及び対応する最適な前記等化係数を選択し、前記受信信号を前記最適な等化係数を用いて最適等化することを特徴とする等化方法。

【請求項7】 請求項6に記載の等化方法において、前記既知のシンボルはパイロットシンボルであって全てのシンボルのうちの最大振幅であることを特徴とする等

化方法。

【請求項8】 請求項6または請求項7に記載の等化方法において、前記シンボル同期点候補のそれぞれに対しての等化係数の算出は、それぞれの前記シンボル同期点候補に対する前記等化係数の算出を並列に行うことを特徴とする等化方法。

【請求項9】 請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の等化方法において、前記最適等化は、過去の最適なシンボル同期点を格納し、該過去の最適なシンボル同期点を用いて、複数の前記シンボル同期点候補のうち、前記最適なシンボル同期点を選択することを特徴とする等化方法。

【請求項10】 請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の等化方法において、前記最適等化は、複数の前記シンボル同期点候補毎に対応する前記等化係数を用いた等化結果を比較し、最適な前記等化結果が得られたシンボル同期点候補を前記最適なシンボル同期点として選択することを特徴とする等化方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動通信等で問題となる、送受信装置間のシンボル同期ずれによる特性の劣化を回避する等化装置及び等化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】限られた周波数帯域を用いて移動通信の需要増大に対処する場合、周波数の利用効率を高める必要性が生じる。その最も効率的な手段として、QAM (Quadrature Amplitude Modulation) がある。

【0003】QAMを移動通信に使用するには、フェージング変動による包絡線及び位相の変化に対処する必要がある。対処法として、例えば特公平6-1908号公報で開示されている「伝送路歪補償方式」や、参考文献1：電子情報通信学会論文誌B-II Vol. J72-B-II No. 1 pp7-15、1989年1月、三瓶他「陸上移動通信用16QAMのフェージングひずみ補償方式」が提案されている。この提案方式は、一定間隔で挿入された既知のフレームシンボルからフェージング歪みを測定し、その時系列を内挿することにより、全フレームシンボルのフェージング歪みを推定及び補償するパイロットシンボル内挿同期検波方式である。この場合、対象となる変調方式は16QAMであることが多い。

【0004】また、上記提案方式に関連して、参考文献2：電子情報通信学会信学技報 RCS92-106 (1993-01) 三瓶他「16QAM/TDMA方式のシンボルタイミング再生方式」が提案されている。ここで用いられているMAM (Maximum Amplitude Metho

d) は、最大振幅を示すサンプルを同期点とする方法である。既知のフレームシンボルが最大振幅であることを前提として、フレーム長が数十シンボル、オーバーサンプル数が32倍である場合、MAMにより良好な特性を得られることが、シミュレーション結果により確認されている。

【0005】ここで、上述したフェージング歪み補償を行う変復調装置について説明する。図6は、従来の変復調装置の構成例を示すブロック図である。図6に示されるように、送信機は、パイロットシンボル付加部101と、マッピング部102と、直交変調部103と、ベースバンド-RF変換部104と、アンテナ105とから構成される。また、受信機は、アンテナ106と、RF-ベースバンド変換部107と、直交検波部108と、同期処理部109と、パイロットシンボル歪み測定部110と、シンボルデータ歪み補償部111と、デマッピング部112とから構成される。

【0006】まず、送信機の動作について説明する。パイロットシンボル付加部101は、入力デジタル信号系列にパイロットシンボルを付加し、その結果をパイロットシンボル挿入信号系列としてマッピング部102へ出力する。

【0007】マッピング部102は、送信機及び受信機において共通であるマッピングテーブルに従ってパイロットシンボル挿入信号系列をマッピング処理し、その結果をI相マッピング信号とQ相マッピング信号として直交変調部103へ出力する。

【0008】直交変調部103は、I相マッピング信号とQ相マッピング信号を用いて直交変調処理を行い、その結果をベースバンド変調信号としてベースバンド-RF変換部104へ出力する。

【0009】ベースバンド-RF変換部104は、ベースバンド変調信号をRF変調信号に変換し、アンテナ105へ出力する。アンテナ105は、RF変調信号を無線通信路へ出力する。

【0010】次に、受信機の動作について説明する。RF-ベースバンド変換部107は、アンテナ106で受信されたRF変調信号をベースバンド変調信号に変換し、直交検波部108へ出力する。

【0011】直交検波部108は、ベースバンド変調信号に直交検波処理を行い、その結果を直交検波I相信号と直交検波Q相信号として同期処理部109へ出力する。

【0012】同期処理部109は、MAM等の同期タイミング検出手段を用いて直交検波I相信号と直交検波Q相信号からフレームタイミングを検出し、その結果をI相フレーム信号とQ相フレーム信号として、パイロットシンボル歪み測定部110とシンボルデータ歪み補償部111へ出力する。

【0013】パイロットシンボル歪み測定部110は、

I相フレーム信号とQ相フレーム信号よりパイロットシンボルの歪み量を測定し、その結果を歪み測定値としてシンボルデータ歪み補償部111へ出力する。

【0014】シンボルデータ歪み補償部111は、歪み測定値に基づいてI相フレーム信号とQ相フレーム信号の歪みを補償し、その結果をI相歪み補償後信号とQ相歪み補償後信号としてデマッピング部112へ出力する。

【0015】デマッピング部112は、送信機及び受信機において共通であるマッピングテーブルに従ってI相歪み補償後信号とQ相歪み補償後信号をデマッピング処理し、その結果を出力デジタル信号系列として外部へ出力する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の変復調装置においては、フェージング歪みに対する効果は得られるものの、無線機特有の歪みに対する補償は考慮されていないという欠点がある。また、オーバーサンプル数が大きい場合、高速通信になればなるほど演算量が切迫し、設計上大きな問題となる。この問題を解決するためにオーバーサンプル数を小さくすると、ジッタによりフロア誤りが生ずるという問題が発生する。

【0017】本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、無線機特有の歪みが抑えられ、オーバーサンプル数が小さく、演算量が少なく、特性劣化が生じない等化装置及び等化方法を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するため、本発明に係る等化装置は、既知のシンボルが周期的に挿入された受信信号を等化する等化装置であって、前記受信信号に含まれる前記既知のシンボルを用いてシンボル同期点を検出する同期手段と、前記シンボル同期点及び該シンボル同期点の前後に時間シフトした点をシンボル同期点候補とし、該シンボル同期点候補のそれぞれに対して等化係数の算出を行う複数の等化係数算出手段と、複数の前記シンボル同期点候補及び対応する前記等化係数の中から、最適なシンボル同期点及び対応する最適な前記等化係数を選択し、前記受信信号を前記最適な等化係数を用いて等化する最適等化手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0019】このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補において並行して等化係数の算出を行い、算出された複数の等化係数から最適な等化係数を選択し、選択された等化係数を用いて受信信号を等化することにより、無線機特有の歪みを補償し、少ないオーバーサンプル数によって発生するジッタに起因する特性劣化を回避することができる。

【0020】本発明に係る等化装置において、前記既知のシンボルはパイロットシンボルであって全てのシンボルのうちの最大振幅であることを特徴とするものであ

る。

【0021】このような構成によれば、パイロットシンボルが全てのシンボルのうちの最大振幅をとることにより、同期手段はシンボル同期点を検出することができる。

【0022】本発明に係る等化装置において、複数の前記等化係数算出手段は、それぞれの前記シンボル同期点候補に対する前記等化係数の算出を並列に行うことを特徴とするものである。

【0023】このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補において並行して等化係数の算出を行うことにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0024】本発明に係る等化装置において、前記最適等化手段は、過去の最適なシンボル同期点を格納し、該過去の最適なシンボル同期点を用いて、複数の前記シンボル同期点候補のうち、前記最適なシンボル同期点を選択することを特徴とするものである。

【0025】このような構成によれば、過去のシンボル同期最適点と現在のシンボル同期検出点を比較することにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0026】本発明に係る等化装置において、前記最適等化手段は、複数の前記シンボル同期点候補毎に対応する前記等化係数を用いた等化結果を比較し、最適な前記等化結果が得られたシンボル同期点候補を前記最適なシンボル同期点として選択することを特徴とするものである。

【0027】このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補毎に対応する等化係数を用いた等化結果を比較することにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0028】なお、本発明に係る等化装置において、複数の前記等化係数算出手段は、前記シンボル同期点候補それぞれの前後にわたって等間隔に並んだサンプルを用いて等化係数を算出し、前記最適等化手段は、前記サンプルのタイミングに対応したタップを備えるようにすることもできる。このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補毎に対応する等化係数を用いた等化結果を比較することにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0029】また、前記時間シフトは、 $1/2$ シンボル時間以下とすることもでき、このような構成によれば、 $1/2$ シンボル時間以下の間隔を持つシンボル同期点候補について比較することにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0030】また、変復調方式にQAMを用いるようにすることもでき、このような構成によれば、変復調方式にQAMを用いることにより、周波数の利用効率を高めることができる。

【0031】また、本発明は、既知のシンボルが周期的に挿入された受信信号を等化する等化方法であって、前記受信信号に含まれる前記既知のシンボルを用いてシンボル同期点を検出し、前記シンボル同期点及び該シンボル同期点の前後に時間シフトした点をシンボル同期点候補とし、該シンボル同期点候補のそれぞれに対して等化係数の算出を行い、複数の前記シンボル同期点候補及び対応する前記等化係数の中から、最適なシンボル同期点及び対応する最適な前記等化係数を選択し、前記受信信号を前記最適な等化係数を用いて最適等化することを特徴とするものである。

【0032】このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補において並行して等化係数の算出を行い、算出された複数の等化係数から最適な等化係数を選択し、選択された等化係数を用いて受信信号を等化することにより、無線機特有の歪みを補償し、少ないオーバーサンプリング数によって発生するジッタに起因する特性劣化を回避することができる。

【0033】また、本発明に係る等化方法において、前記既知のシンボルはパイロットシンボルであって全てのシンボルのうちの最大振幅であることを特徴とするものである。

【0034】このような構成によれば、パイロットシンボルが全てのシンボルのうちの最大振幅をとることにより、同期手段はシンボル同期点を検出することができる。

【0035】また、本発明に係る等化方法において、前記シンボル同期点候補のそれぞれに対しての等化係数の算出は、それぞれの前記シンボル同期点候補に対する前記等化係数の算出を並列に行うことを特徴とするものである。

【0036】このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補において並行して等化係数の算出を行うことにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0037】また、本発明に係る等化方法において、前記最適等化は、過去の最適なシンボル同期点を格納し、該過去の最適なシンボル同期点を用いて、複数の前記シンボル同期点候補のうち、前記最適なシンボル同期点を選択することを特徴とするものである。

【0038】このような構成によれば、過去のシンボル同期最適点と現在のシンボル同期検出点を比較することにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0039】また、本発明に係る等化方法において、前記最適等化は、複数の前記シンボル同期点候補毎に対応する前記等化係数を用いた等化結果を比較し、最適な前記等化結果が得られたシンボル同期点候補を前記最適なシンボル同期点として選択することを特徴とするものである。

【0040】このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補毎に対応する等化係数を用いた等化結果を比較することにより、最適等化手段はシンボル同期最適点をより精度良く検出することができる。

【0041】なお、本発明に係る等化方法として、既知のパイロットシンボルが周期的に挿入された受信信号を等化する等化方法であって、前記受信信号に含まれる前記パイロットシンボルを用いてシンボル同期点を検出するステップと、前記シンボル同期点及び該シンボル同期点の前後に時間シフトした点における等化係数の算出を行うステップと、複数の前記等化係数の中から最適な等化係数及び最適なシンボル同期点を選択し、前記受信信号を前記最適な等化係数を用いて等化するステップを備えたことを特徴とすることもできる。

【0042】このような構成によれば、複数のシンボル同期点候補において並行して等化係数の算出を行い、算出された複数の等化係数から最適な等化係数を選択し、選択された等化係数を用いて受信信号を等化することにより、無線機特有の歪みを補償し、少ないオーバーサンプル数によって発生するジッタに起因する特性劣化を回避することができる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、本実施の形態における等化装置を用いた変復調装置の構成の一例を示すブロック図である。図1に示されるように、送信機は、パイロットシンボル付加部101と、マッピング部102と、直交変調部103と、ベースバンドRF変換部104と、アンテナ105とから構成される。また、受信機は、アンテナ106と、RF-ベースバンド変換部107と、直交検波部108と、同期処理部201と、等化係数算出部A202と、等化係数算出部B203と、等化係数算出部C204と、最適等化処理部205と、デマッピング部112とから構成される。

【0044】ここでは、変調方式が16QAM、伝送レートが4.8kbps、オーバーサンプル数が8倍、パイロットシンボルが16シンボルのデータに対して1シンボル挿入される場合を例に挙げる。

【0045】図2は、本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示す図である。1フレームは、送信すべき16シンボルのデータと、それに付随する1シンボルのパイロットシンボルとから構成される。図3は、既知のパイロットシンボルのマッピング位置の一例を示す図である。図3に示すように、既知のパイロットシンボルのマッピング位置は、 $1/Q$ 相共に正の最大値を取るよう配置されている。

【0046】次に、本実施の形態における変復調装置の動作について図1を用いて説明する。図1において、図6と同一符号は図6に示された対象と同一又は相当物を示しており、ここでの説明を省略する。同期処理部20

1は、直交検波部108から出力された直交検波I相信号と直交検波Q相信号から、MAM等の同期タイミング検出手段を用いてパイロットシンボルのシンボル同期検出点を検出し、並列に備えられた等化係数算出部A202、等化係数算出部B203、等化係数算出部C204へ、以下に示すタイミングとそのタイミングにおける直交検波I相信号および直交検波Q相信号をそれぞれ出力する。

【0047】同期処理部201は、シンボル同期検出点を最適等化処理部205へ出力する。また、同期処理部201は、シンボル同期検出点+1サンプルの点における直交検波I相信号および直交検波Q相信号を、それぞれ同期I相信号Aおよび同期Q相信号Aとして等化係数算出部A202へ出力する。ここでは、シンボル同期検出点に対する時間シフトを+1サンプルとしたが、時間シフトは+1/2シンボル以下であれば良い。

【0048】同様に、同期処理部201は、シンボル同期検出点における直交検波I相信号および直交検波Q相信号を、それぞれ同期I相信号Bおよび同期Q相信号Bとして等化係数算出部B203へ出力する。

【0049】同様に、同期処理部201は、シンボル同期検出点-1サンプルの点における直交検波I相信号および直交検波Q相信号を、それぞれ同期I相信号Cおよび同期Q相信号Cとして等化係数算出部C204へ出力する。ここでは、シンボル同期検出点に対する時間シフトを-1サンプルとしたが、時間シフトは-1/2シンボル以下であれば良い。

【0050】ここで、最適等化処理部205における等化処理のタップは、1/2シンボルとする。等化係数算出部A202は、例えば同期I相信号A及び同期Q相信号Aを3シンボル分用いて1/2シンボルステップの等化係数を算出し、その結果を等化係数Aとして最適等化処理部205へ出力する。

【0051】同様に、等化係数算出部B203は、例えば同期I相信号B及び同期Q相信号Bを3シンボル分用いて1/2シンボルステップの等化係数を算出し、その結果を等化係数Bとして最適等化処理部205へ出力する。

【0052】同様に、等化係数算出部C204は、例えば同期I相信号C及び同期Q相信号Cを3シンボル分用いて1/2シンボルステップ等化係数を算出し、その結果を等化係数Cとして最適等化処理部205へ出力する。また、タップの間隔は、 $n/N$ シンボル ( $n$ は0を含むN以下の整数、Nは受信信号のオーバーサンプル数)であれば良い。

【0053】ここで、等化処理手段の一例について説明する。最適等化処理部205は、格納された過去のシンボル同期最適点と比較して、シンボル同期検出点及びシンボル同期検出点±1サンプル点のうち最適な点を選択してシンボル同期最適点とし、その点に対応する等化係

数を選択して最適等化係数とする。次に、最適等化処理部205は、最適等化係数に従って同期I相信号と同期Q相信号の等化を行い、その結果である等化I相信号と等化Q相信号をデマッピング部112へ出力する。また、最適等化処理部205は、シンボル同期最適点を格納する。

【0054】次に、等化処理手段の別の一例について説明する。最適等化処理部205は、入力された複数の点にそれぞれ対応する等化係数A、B、Cに従って、対応する同期I相信号と同期Q相信号の等化を行い、結果をそれぞれ等化波形A、B、Cとする。次に、最適等化処理部205は、等化波形A、B、Cの中から最適な等化波形を選択し、選択した波形を等化I相信号と等化Q相信号として、デマッピング部112へ出力する。

【0055】デマッピング部112は、送信機及び受信機において共通のマッピングテーブルに従って、等化I相データと等化Q相データをデマッピング処理し、その結果を出力デジタル信号系列として外部へ出力する。

【0056】図4は、16QAMにおける直交復調前の送信アイバタンの一例を示す図である。図4は、複数のシンボルパターンについて1シンボル区間を重ねて書いたものであり、横軸は時間を示す。オーバーサンプル数は8倍である。

【0057】受信信号（図4の場合4値の符号）の符号判定を行う際に、シンボル同期最適点、すなわち隣の符号との符号間距離が最も離れているタイミングでデータを復調すれば、雑音の影響が小さく、誤り率特性は最も良くなる。逆に、隣の符号との距離が狭いタイミング、すなわちシンボル同期最適点からずれたタイミングでデータを復調すれば、雑音の影響が大きく、誤り率特性は悪くなる。

【0058】送信アイバタンのシンボル同期最適点は、(a)のように左右に変動することがある。このような状況で、シンボル同期最適点を見つけるのは困難である。ここで、変動がない場合にシンボル同期が検出される点を(c)のシンボル同期検出点とし、シンボル同期検出点から-1サンプル、+1サンプルずらした点をそれぞれ(b)、(d)とする。上述した等化係数算出部A202、等化係数算出部B203、等化係数算出部C204は、それぞれ(d)、(c)、(b)のポイントにおける等化係数の算出を並行に行い、最適等化処理部205は等化処理を行う最適なポイントを選択し、選択された等化係数を用いて等化処理を行う。

【0059】次に、上述した構成をDSPにおいて実現

した結果について説明する。図5は、本実施の形態におけるスタティック特性と同期検波理論値を示す図である。図5において、横軸はS/Nであり、縦軸は誤り率である。スタティック特性が同期検波理論値より劣化している原因は、パイロットシンボルの挿入によるエネルギーの減少、ハードウェアであるA/D変換とD/A変換の量子化誤差、直交検波による劣化であると推測される。

【0060】

【発明の効果】以上に詳述したように本発明によれば、シンボル同期検出点とシンボル同期検出点の±1サンプルずれた点とにおいて並行して等化係数の算出を行い、過去のシンボル同期最適点と現在のシンボル同期検出点を比較し、算出された複数の等化係数から最適な等化係数を選択し、選択された等化係数を用いて受信信号を等化することにより、無線機特有の歪みを補償し、少ないオーバーサンプル数によって発生するジッタに起因する特性劣化を回避することができる。また、実施の形態における最適等化処理部205は3タップとしており、各等化処理は演算量としては1kステップ以内に収まることが確認されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態における等化装置を用いた変復調装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図2】本実施の形態におけるフレーム構成の一例を示す図である。

【図3】既知のパイロットシンボルのマッピング位置の一例を示す図である。

【図4】16QAMにおける直交復調前の送信アイバタンの一例を示す図である。

【図5】本実施の形態におけるスタティック特性と同期検波理論値を示す図である。

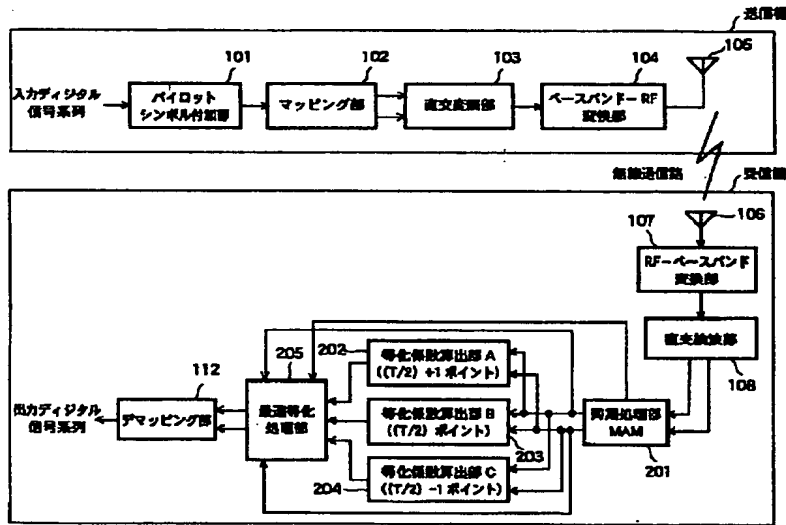
【図6】従来の変復調装置の構成の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

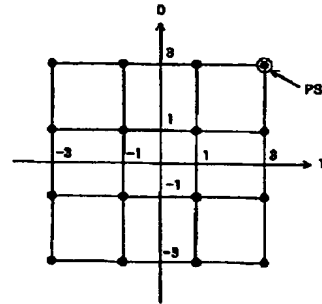
101 パイロットシンボル付加部、102 マッピング部、103 直交変調部、104 ベースバンドRF変換部、105、106 アンテナ、107 RFベースバンド変換部、108 直交検波部、109 同期処理部、110 パイロットシンボル歪み測定部、111 シンボルデータ歪み補償部、112 デマッピング部、201 同期処理部、202 等化係数算出部A、203 等化係数算出部B、204 等化係数算出部C、205 最適等化処理部。



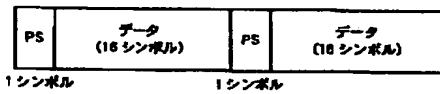
【図1】



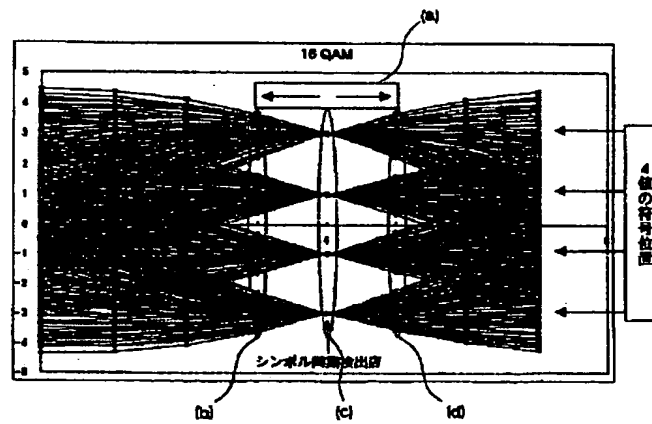
【図3】



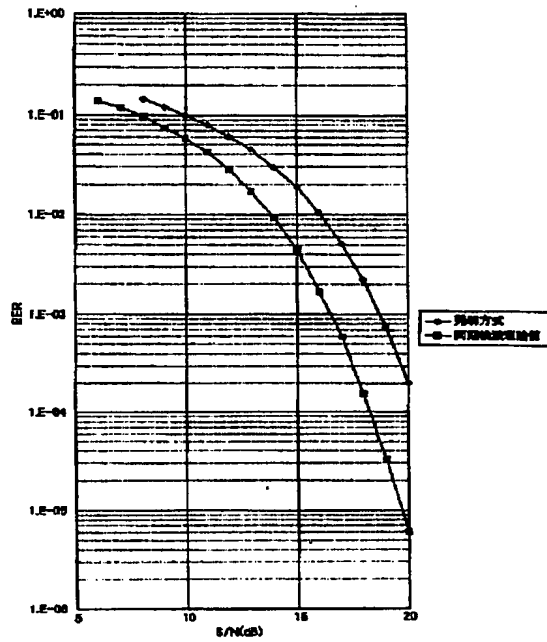
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

